

## 車いす走行時の筋負担を指標とした斜路計画の評価

車いす 斜路 筋電計 筋負担

正会員 小林 義昌<sup>\*1</sup>  
同 久保田 一弘<sup>\*2</sup> 同 布田 一郎<sup>\*3</sup>  
同 萩原 一郎<sup>\*4</sup> 同 直井 英雄<sup>\*5</sup>

## 1. 研究目的

建築空間内にある様々な高低差は、高齢者、乳幼児、身体の不自由な者、車いす利用者及び介助者、ひいては健康な人々にとっても不便であり、時には危険が伴うことがある。この高低差を解消する手段の一つとして斜路がある。これまで斜路に関する法的基準は、高齢者・障害者等の増加<sup>1)</sup>を一つの要因として改廃をくり返し、現在は建築基準法を初め、高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律(通称:バリアフリー新法)や各地方自治体の条例がある(表1)。しかし、それら法的基準以外には、適切な斜路計画の為の実用的な資料は提示されていない。

そこで本研究では、筋電計を用いて斜路の勾配の違い、踊り場の有無などの違いによる車いす走行時(自走型走行および介助型走行:図1及び図2)の筋電積分値の違いを求め、斜路を定量的に比較・評価し、設計時に用いることのできる基礎資料を作成することを目的とする。

表1. 斜路に関する法的基準

法・条例など	施行	勾配	%	角度(°)
建築基準法施行令	昭和25年	1/8	12.5	7.0
兵庫県福祉のまちづくり条例	平成4年	1/12	8.3	4.8
ハートビル法	平成6年	1/12	8.3	4.8
ハートビル法(屋外誘導基準)	平成6年	1/15	6.6	3.8
長寿社会対応住宅設計指針	平成7年	1/12	8.3	4.8
交通バリアフリー法	平成12年	1/20	5.0	5.0
バリアフリー新法 <sup>2)</sup>	平成18年	1/12	8.3	4.8



図1. 自走型走行



図2. 介助型走行

## 2. 実験方法

## 2-1. 実験の全体計画

筋電計とビデオカメラを同時に用いて、実験用斜路(図3)走行時の筋電積分値と移動距離の測定(図4)を行い、単位距離あたりの筋電積分値より、斜路計画を評価しうる積算的基礎データを求める。

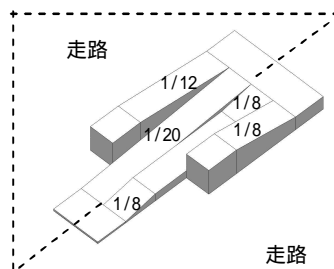


図3. 実験用斜路透視図

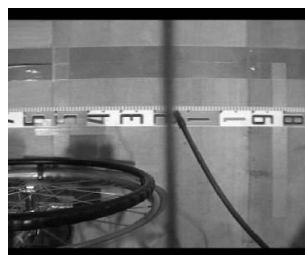


図4. 移動距離の測定映像

## 2-2. 実験概要

- ・実験日時: 2008年8月25日(月)、26日(火)
- ・実験場所: 独立行政法人 建築研究所  
ユニバーサルデザイン実験棟 1F
- ・被験者数: 本学建築学科の男子学生6名
- ・実験装置: 実験用斜路(図3)  
(最大寸法[mm] W:4800, D:11000, H:800)
- ・斜路勾配: 1/8、1/12、1/20
- ・使用機器: 筋電計測器(株DKH社 TRAIASシステム)  
車いす、ビデオカメラ(距離測定用)
- ・筋電測定部位: 予備実験、文献<sup>3)</sup>等を参考に自走型走行においては、三角筋・上腕二頭筋・上腕三頭筋・手根屈筋、介助型走行においては大腿四頭筋・大腿二頭筋・前頸骨筋・下腿三頭筋の下記箇所を選定した(図5及び図6)。

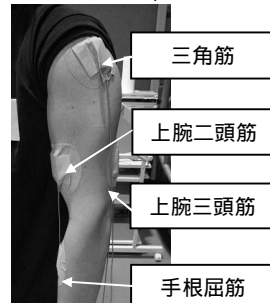


図5. 筋電測定部位(自走型走行)

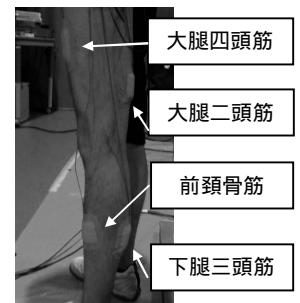


図6. 筋電測定部位(介助型走行)

・走行種類: 本研究では走行種類として自走型走行、介助型走行の2種類を行う。

・測定周波数: 測定周波数は50Hz、100Hzの2種類を行う。

・測定走路: 測定走路は 走路、走路(図3)の2種類を行う。

・走行要素: 走行要素としては踊場、回転踊場、上りかかり、斜路、上りきりとして区別することとする(図7)。

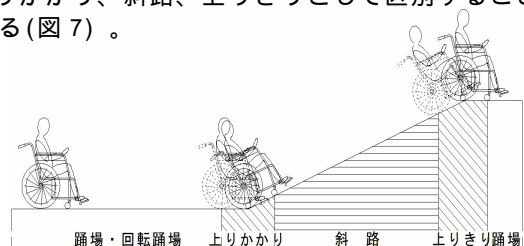


図7. 走行要素の簡略図

## 2-3. 測定・分析方法

2-2. 実験概要、の組み合わせ(計8通り)で実験を行い、それぞれ被験者で3回試技を行った。採取したデータは走行要素ごとに分け、筋電積分値及び移動距離を算出した。本研究における評価材料となる筋電積分値は、上述している筋電測定部位4箇所(三角筋・上腕二頭筋・上腕三頭筋・手根屈筋)の総和を用いることとし、被験者間の平均を以って考察した。積算的基礎データとして、斜路・踊場は水平距離1mを、また回転踊場は90度をそれぞれの基準とする。

### 3. 実験結果及び考察

#### 3-1. 評価に用いる測定データの検討

本実験では6名を被験者としたが、内3名に交流雑音が発現し検討材料として適さないと判断した為、残り3名の被験者を対象に検討を進めることとした(図8に筋電波形データの例を示す)。

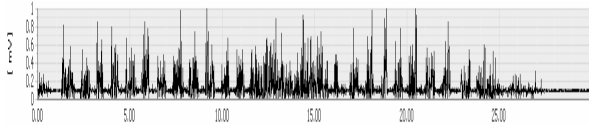


図8.筋電波形データの例

また、測定範囲を1mVに設定した為、それを超える数値が測定データからカットされていた。しかし、過去の類似実験データ<sup>4)</sup>から考察すると、筋電積分値に占めるその割合は約1.14%と微細であると確認された為、本評価研究の精度から考えて以降の実験結果と考察は成り立つものと判断した。

さらに、2種類の測定周波数(50Hzと100Hz)で実験を行ったが、データとしてばらつきが少ないほう(標準偏差の数値が小さなほう)を用いるべきと考え、測定周波数毎に筋電積分値を基準化し、ヒストグラム(図9)及び標準偏差を求めた。

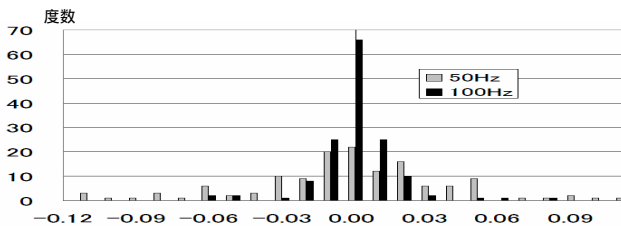


図9.測定データ(基準化)のヒストグラム

算出した標準偏差を比較すると50Hzでは0.0457、100Hzでは0.0157となり後者の数値が小さいことがわかる。よって、100Hzの測定値を用いることとした。

#### 3-2. 評価に用いる基礎データの算出

2-3. 実験測定・分析方法より自走型走行及び介助型走行における各走行要素の筋電積分値を求め、斜路の評価指標として使用総筋電量を積算するための単位筋電量を求めた。自走型走行及び介助型走行における単位走行要素あたりの筋電積分値のグラフを順に図10・図11に示す。また、これらの筋電積分値の中で踊場走行の値を基準とし、これを1としたときの各走行要素における単位筋電量を表2に示す。

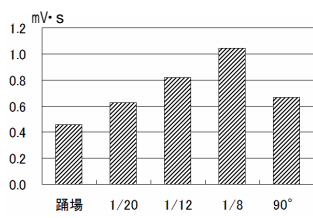


図10. 走行要素あたりの筋電積分値 (自走型走行)

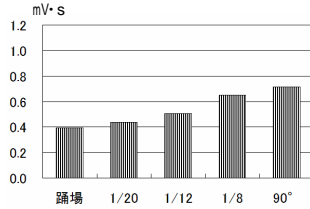


図11. 走行要素あたりの筋電積分値 (介助型走行)

表2. 走行要素別の単位筋電量(相対値)

	踊場	勾配 1/20	勾配 1/12	勾配 1/8	回転踊場 90°
自走型走行	1	1.36	1.78	2.26	1.45
介助型走行	1	1.11	1.28	1.64	1.82

図10より自走型走行における筋電積分値は、勾配が急になるにつれ高くなっていることがわかった。また、1/20の斜路と回転踊場の筋電積分値が近似する結果となった。

図11の介助型走行における筋電積分値からも勾配が増えるにつれ数値が高くなっているが、自走型走行ほど顕著に上昇する傾向は見られなかった。明確な違いは回転踊場の数値で見取れ、介助型走行の中で最大値を示した。これは介助型走行における脚の筋力及び筋肉量が、自走型走行における腕のそれに比べて大きい事が理由と推察される。

#### 3-3. 算出したデータによる斜路計画の評価方法

表2の走行要素あたりの単位筋電量を用いて、斜路計画を評価する際の計算方法を以下のように定義する。

$$Ax+By+Cz=K \quad \dots \text{式1}$$

Kは斜路における使用総筋電量、A,B,Cはそれぞれ踊場、回転踊場、斜路の走行要素あたりの単位筋電量、x,y,zはそれぞれの数量である。

#### 4. ケーススタディ

式1を用いて適当な高低差と水平移動距離が同一の2種類の斜路計画(図12)の評価を行う。なお、今回は自走型走行として行うこととする。

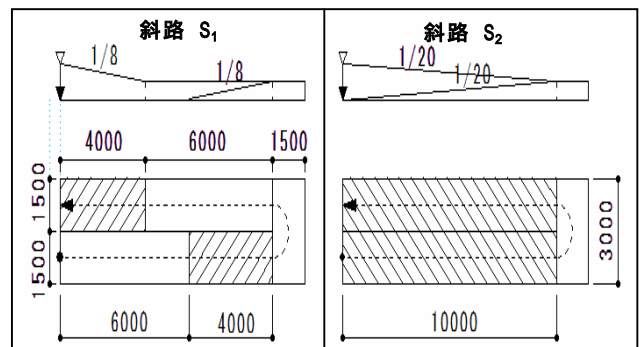


図12. 評価対象とした斜路

$$\text{斜路 } S_1: A \times 6 + C_1 \times 4 + B \times 2 + A \times 6 + C_1 \times 4 = 32.98$$

$$\text{斜路 } S_2: C_2 \times 10 + B \times 2 + C_2 \times 10 = 30.1$$

表2より  $A=1, B=1.45, C_1=2.26, C_2=1.36$  とする。

上記計算結果より、1/20勾配でつないだ斜路S2の方が踊場と1/8を組み合わせた斜路S1よりも約3.0小さいことがわかる。(踊場3000mmに近い値)このように、どんな斜路計画であれ、筋電量の大小により定量的に比較できる。

#### 5. まとめ

以上、実験で得られたデータにもとづき、筋負担の軽減に着目した斜路計画の定量的評価方法を提案した。もちろん、実際の設計においては、総合的判断が必要であるが、提案した方法もひとつの考慮事項として実用に供しうるものとする。なお、本研究の遂行にあたっては安藤博輝氏、小松崎靖氏の協力を得た。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 「平成20年版 高齢社会白書」、「平成20年版 障害者白書」
- 2) 高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律 (ハートビル法および交通バリアフリー法を統合する形で平成18年12月に制定)
- 3) 「表面筋電図」(バイオメカニクス編) / 東京電機大学出版局
- 4) 「車いす使用者の斜路及び段差移動動作における筋負担による評価」 / 日本建築学会大会学術講演梗概集2008 市田 登

<sup>1</sup> 東京理科大学 大学院生  
<sup>2</sup> 東京理科大学 補手 工修  
<sup>3</sup> 独立行政法人 建築研究所 工博  
<sup>4</sup> 独立行政法人 建築研究所 工博  
<sup>5</sup> 東京理科大学 工学部 教授 工博

<sup>1</sup> Graduate Student, Dept. of Architecture, Faculty of Eng, Tokyo Univ. of Science  
<sup>2</sup> Research Assoc, Dept. of Architecture, Faculty of Eng, Tokyo Univ. of Science, M. Eng.  
<sup>3</sup> Building Research Institute, Dr. Eng.  
<sup>4</sup> Building Research Institute, Dr. Eng.  
<sup>5</sup> Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Eng, Tokyo Univ. of Science, Dr. Eng.